

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi Jalan

Undang-Undang Republik Indonesia nomor 38 tahun 2004 tentang jalan, klasifikasi jalan berdasarkan fungsinya dibedakan atas:

1. Jalan Arteri adalah jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdayaguna.
2. Jalan Kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
3. Jalan Lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
4. Jalan Lingkungan merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.

Undang-Undang nomor 38 tahun 2004 tentang jalan, klasifikasi jalan berdasarkan status jalan dibagi menurut kewenangan pembinaannya, yaitu:

1. Jalan Nasional merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol. Jalan nasional merupakan jalan yang pembinaannya berada pada pemerintah pusat.
2. Jalan Provinsi merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, atau antar ibukota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi. Jalan provinsi merupakan jalan yang pembinaannya diserahkan kepada Pemerintah Daerah Tingkat I.
3. Jalan Kabupaten merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang tidak termasuk jalan yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan

lokal, antarpusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten. Jalan Kabupaten merupakan jalan yang pembinaanya diserahkan kepada Pemerintah Daerah Tingkat II.

4. Jalan Kota adalah jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antar persil, serta menghubungkan antar pusat pemukiman yang berada di dalam kota.
5. Jalan Desa merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan danlatau antar permukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.

2.2 Simpang

Persimpangan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari semua sistem jalan. Persimpangan jalan dapat didefinisikan sebagai daerah umum dimana dua jalan atau lebih bergabung atau bersimpangan, termasuk jalan dan fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu lintas. (Khisty, Jotin dan. B. Kent Lall, 2003).

Simpang adalah suatu daerah umum dimana dua ruas jalan atau lebih bergabung atau berpotongan, termaksud fasilitas yang ada disekitar jalan untuk pergerakan lalu-lintas dalam daerah tersebut. Setiap simpang mencakup pergerakan lalu-lintas menerus dan lalu-lintas yang saling memotong pada satu atau lebih dari kaki simpang dan mencakup juga perputaran. (Oglesby dan Hick, 1982).

Pada dasarnya terdapat empat pertemuan pergerakan lalu-lintas pada simpang (Alamsyah, 2005):

1. Pemencaran (*Diverging*)
2. Pengabungan (*Merging*)
3. Persilangan (*Crossing*)
4. Jalinan (*Weaving*)

2.2.1 Tipe - Tipe Simpang

Karakteristik utama dari transportasi jalan ialah bahwa setiap pengemudi bebas untuk memilih rutenya sendiri didalam jaringan transportasi yang ada, karena itu perlu disediakan persimpangan-persimpangan untuk menjamin aman dan efisiennya arus lalu-lintas yang hendak pendah dari suatu ruas jalan ke ruas jalan yang lain. Persimpangan jalan terdiri dari dua kategori utama, yaitu perimpangan sebidang dan persimpangan tidak sebidang. (Morlok, 1978)

1. Persimpangan Sebidang

Menurut Morlok (1978) persimpangan sebidang adalah perimpangan dimana berbagai jalan atau ujung jalan masuk kepersimpangan mengarahkan lalu lintas masuk ke jalur yang dapat berlawanan dengan lalu-lintas lainnya, seperti misalnya persimpangan pada jalan-ialan di kota.

Persimpangan sebidang juga terbagi menjadi 2 jenis, yaitu persimpangan tanpa sinyal dan persimpangan sinyal.

a. Simpang Bersinyal (Terkontrol)

Simpang bersinyal adalah simpang yang dikendalikan oleh lampu lalu lintas. Sinyal lalu-lintas adalah semua peralatan pengaturan lalu-lintas yang menggunakan tenaga listrik, rambu dan marka jalan untuk mengarahkan atau mempertimbangkan pengemudi kendaraan bermotor, sepeda dan pejalan kaki. (Oglesby dan Hiks, 1982)

b. Simpang Tidak Bersinyal (Tidak Terkontrol)

Menurut Munawar (2006) jenis simpang jalan yang paling banyak dijumpai diperkotaan adalah simpang jalan tak bersinyal. Jenis ini cocok diterapkan apabila arus lalu-lintas di jalan minor dan pergerakan membelok sedikit. Namun apabila arus lalu-lintas di jalan utama sangat tinggi sehingga resiko kecelakaan bagi kendaraan di jalan minor meningkat (akibat terlalu berani gapai yang kecil), maka pertimbangan adanya sinyal lalu-lintas.

2. Persimpangan Tidak Sebidang

Persimpangan tidak sebidang memisah-misahkan lalu-lintas pada jalur yang berbeda-beda sedemikian rupa, sehingga persimpangan jalur dari

kendaraan-kendaraan hanya terjadi pada tempat di mana kendaraan-kendaraan memisah dari atau bergabung menjadi satu pada jalur gerak yang sama. (Morlok, 1987)

2.2.2 Kapasitas Persimpangan

Menurut Oglesby dan Hick (1982) Kapasitas persimpangan merupakan arus maksimum kendaraan yang dapat melewati persimpangan menuntut kontrol yang berlaku, kondisi lalu-lintas, dan kondisi geometrik jalan. Faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas dan tingkat pelayanan simpang adalah kondisi fisik simpang dan operasi, kondisi lingkungan, karakteristik gerakan lalu-lintas, karakteristik lalu-lintas kendaraan berat.

2.3 Kinerja Simpang Bersinyal

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (1997) parameter umum perhitungan kinerja simpang bersinyal adalah sebagai berikut:

2.3.1 Data Masukan

a. Kondisi geometrik dan lingkungan

Kondisi geometrik digambarkan dalam bentuk gambaran sketsa yang memberikan informasi lebar jalan, lebar bahu dan lebar median serta petunjuk arah untuk tiap lengan simpang.

b. Kondisi arus lalu-lintas

Data lalu lintas dibagi dalam tipe kendaraan tidak bermotor (UM), sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV) dan kendaraan berat (HV). Arus lalu lintas tiap *approach* dibagi dalam tiap pergerakan, antara lain: gerakan belok ke kanan, belok kiri dan lurus. Gerakan belok kiri pada saat lampu merah (*left turn on red*, LTOR) diijinkan jika mempunyai lebar *approach* yang cukup sehingga dapat melintasi antrian pada kendaraan yang lurus dan belok kanan. Setiap *approach* harus dihitung perbandingan belok kiri (P_{LT}) dan perbandingan kanan (P_{RT}), yang diformulasikan dibawah ini.

$$p_{LT} = LT/Q_{total} \quad (2.1)$$

$$p_{RT} = RT/Q_{total} \quad (2.2)$$

Ekivalen mobil penumpang (emp) untuk masing-masing pendekat terlindung dan terlawan. Ekivalen mobil penumpang (emp) berdasarkan tabel 2.1.

Tabel 2.1 Nilai Konversi sampai untuk Simpang Bersinyal

Jenis Kendaraan	emp untuk tipe pendekat	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan Ringan (LV)	1.0	1.0
Kendaraan Berat (HV)	1.3	1.3
Sepeda Motor (MC)	0.2	0.4

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

2.3.2 Persinyalan

1. Fase sinyal

Jumlah fase yang baik adalah fase yang menghasilkan kapasitas besar dan rata-rata tundaan rendah.

2. Waktu Antara Hijau

Untuk analisa operasional dan perencanaan, disarankan untuk membuat suatu perhitungan rinci waktu antar hijau untuk waktu pengosongan dan waktu hilang. Waktu antara hijau (intergreen) dapat dianggap sebagai nilai normal berdasarkan nilai tabel 2.2

Tabel 2.2 Nilai Normal Waktu Antara Hijau

Ukuran Simpang	Rata-rata Lebar Jalan	Nilai Normal Waktu Antara Hijau
Kecil	6-9 m	4 detik / fase
Sedang	10-14 m	5 detik / fase
Besar	>15 m	> 6 detik / fase

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997

Titik konflik pada masing fase (i) adalah titik yang menghasilkan waktu merah semua terbesar yaitu:

$$CT = \left[\frac{(Lev+lev)}{V_{ev}} - \frac{Lav}{V_{av}} \right] \quad (2.3)$$

dimana:

Lev, Lav = Jarak dari garis henti ke titik konflik masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m)

LEV = Panjang kendaraan yang berangkat (m)

Vev, Vav = Kecepatan masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m/det)

Nilai-nilai dari yang dipilih untuk Vev, Vav dan Lev tergantung dari komposisi lalu lintas dan kondisi kecepatan pada lokasi. Nilai-nilai sementara berikut dapat dipilih dengan ketiadaan aturan di Indonesia akan hal ini.

- 1) Kecepatan kendaraan yang datang Vav, 10 m/det (kend. bermotor)
- 2) Kecepatan kendaraan yang berangkat Vev, 10 m/det (kend. bermotor), m/det (kend. tak bermotor), 2 m/det (pejalan kaki).
- 3) Panjang kendaraan yang berangkat Lev, 5 m/det (LV dan HV), 2 m (MC, UM).

Periode *allread* antara fase harus sama atau lebih besar dari clearance time. Setelah waktu *allread* ditentukan, total waktu hilang (LTI) dapat dihitung sebagai penjumlahan periode waktu antara hijau (IG).

$$LTI = \sum (\text{all read} + \text{kuning}) \quad I = \sum IG \quad I \quad (2.4)$$

Periode waktu kuning untuk sinyal lalu-lintas daerah perkotaan di Indonesia biasanya diambil 3 detik.

2.3.3 Penentuan Waktu Sinyal

1. Lebar efektif *approach*

Perhitungan lebar efektif (W_e) pada tiap *approach* didasarkan pada informasi tentang lebar *approach* (W_A), lebar entry (W_{ENTRY}) dan lebar exit (W_{EXIT})

2. Arus jenuh dasar

Direktorat Jenderal Bina Marga (1997:2-49) menjelaskan, arus jenuh dasar yaitu arus jenuh pada keadaan standar, dengan faktor penyesuaian (F) untuk penyempitan dari kondisi sebenarnya, dari suatu kumpulan kondisi-kondisi (ideal) yang telah ditetapkan sebelumnya.

$$S_0 = 600 \times W_e \text{ (smp/jam hijau)} \quad (2.5)$$

3. Pemilihan tipe *approach* enentuan tipe *approach* dengan tipe terlindung (*Protected*) atau terlawan (*Opposite*).

4. Faktor koreksi

1. Penentuan faktor koreksi untuk nilai arus lalu-lintas dasar kedua tipe *approach*.
- a. Faktor penyesuaian hambatan samping (FSF) di tentukan dengan tabel 2.4, dan tabel 2.5, sebagai fungsi dari jenis lingkungan jalan dan rasio kendaraan tak bermotor.

Tipe lingkungan jalan diklasifikasikan dalam kelas menurut tata guna tanah dan aksesibilitas jalan tersebut dari aktifitas sekitarnya. Tipe Lingkungan Jalan Untuk Simpang Bersinyal disajikan pada tabel 2.3

Tabel 2.3 Tipe Lingkungan Jalan Untuk Simpang Bersinyal

Tipe Lingkungan	Tata guna lahan
Komersial	Guna lahan komersial (Misalnya pertokoan, rumah makan, perkantoran) dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
Pemukiman	Guna lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
Akses Terbatas	Tampa jalan masuk atau jalan masuk langsung terbatas (misalnya karena adanya penghalang fisik, jalan samping dsb).

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 1997

Tingkat hambatan samping dibedakan menjadi tiga, tinggi yaitu besar arus berangkat pada tempat masukan dan ke luar berkurang oleh karena aktifitas disamping jalan pada pendekatan seperti angkutan umum berhenti, pejalan kaki berjalan sepanjang atau melintas pendekat, keluar-masuk halaman disamping jalan tsb. Rendah yaitu besar arus berangkat pada tempat pada tempat masuk dan keluar tidak berkeluar tidak berkurang oleh hambatan samping dari jenis jenis yang disebut di atas. Faktor penyesuaian lingkungan jalan (FRSU) untuk simpang bersinyal disajikan pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Faktor Penyesuaian Lingkungan Jalan (FRSU) Untuk Simpang Bersinyal

	Hambatan Samping (SF)	Tipe Fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
				0.05	0.1	0.15	0.2	≥ 0.25
Komersial (COM)	Tinggi	Terlawan	0.93	0.88	0.84	0.79	0.74	0.70
		Terlindung	0.93	0.91	0.88	0.87	0.85	0.81
	Sedang	Terlawan	0.94	0.89	0.85	0.8	0.75	0.70
		Terlindung	0.94	0.92	0.89	0.85	0.86	0.82
	Rendah	Terlawan	0.95	0.90	0.86	0.81	0.76	0.72
		Terlindung	0.95	0.93	0.9	0.89	0.87	0.83
Pemukiman (RES)	Tinggi	Terlawan	0.96	0.91			0.78	0.72
		Terlindung	0.96	0.94			0.86	0.84
	Sedang	Terlawan	0.97	0.92			0.77	0.73
		Terlindung	0.97	0.95			0.87	0.85
	Rendah	Terlawan	0.98	0.93	0.88	0.83	0.78	0.74
		Terlindung	0.98	0.96	0.94	0.91	0.88	0.86
Akses Terbatas (RA)	Tinggi / Sedang / Rendah	Terlawan	1.00	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75
		Terlindung	1.00	0.98	0.95	0.93	0.90	0.88

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 1997

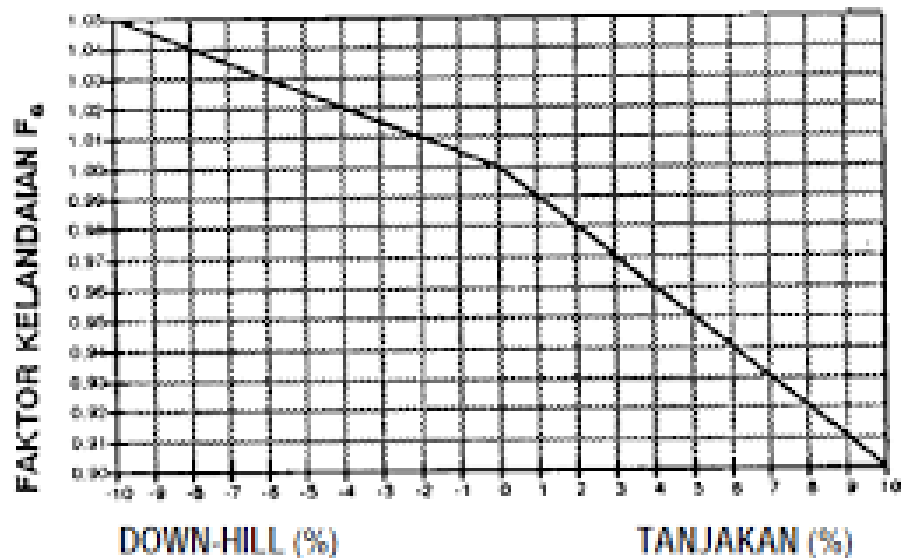
- b. Faktor koreksi ukuran kota F_{cs} ditentukan dari tabel 2.5 sebagai fungsi dari ukuran kota.

Tabel 2.5 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{cs}) Untuk Simpang Bersinyal

Ukuran Kota	Penduduk (Juta)	Faktor Penyesuaian (F_{cs})
Sangat Kecil	$< 0,1$	0,82
Kecil	0,1 – 0,5	0,83
Sedang	0,5 – 1,0	0,94
Besar	1,0 – 3,0	1,00
Sangat Besar	$> 3,0$	1,05

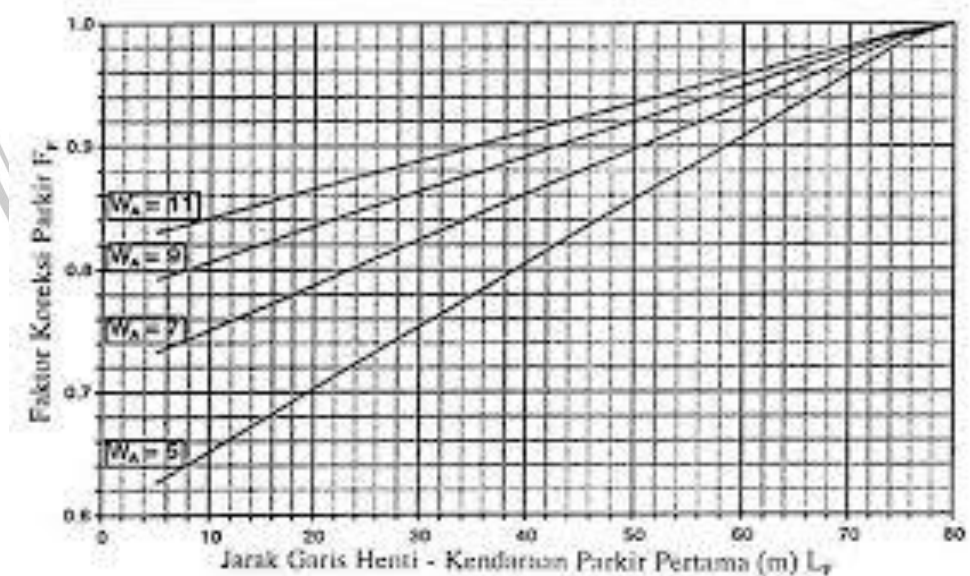
Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga (1997)

- c. Faktor koreksi gradient (FG), adalah fungsi dari kelandaian lengan samping ditentukan dari gambar 2.1



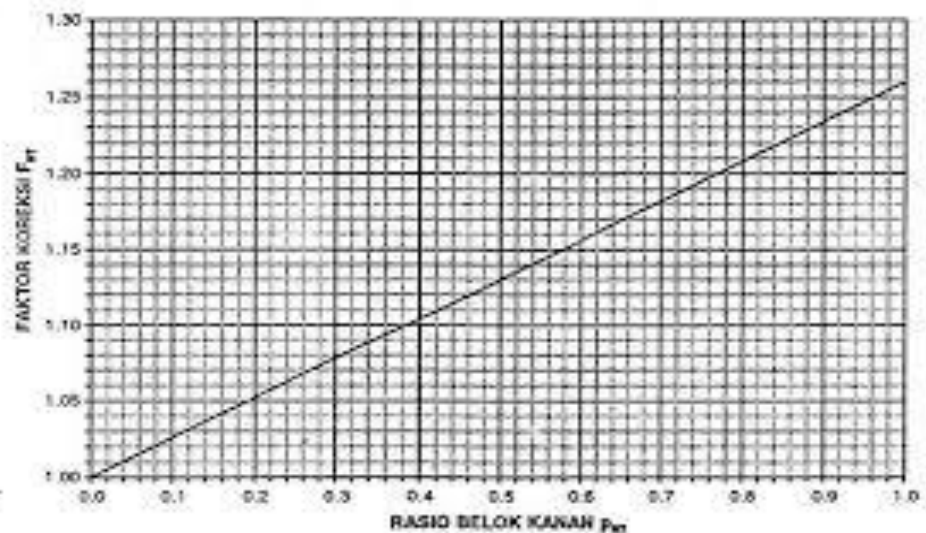
Gambar 2.1 Faktor Penyesuaian Untuk Kelandaian (FG) Untuk Simpang Bersinyal

- d. Faktor koreksi parkir (F_p), adalah jarak dari garis henti kendaraan yang parkir pertama dan lebar *approach* ditentukan dari formula di bawah ini atau diperlihatkan dalam gambar 2.2



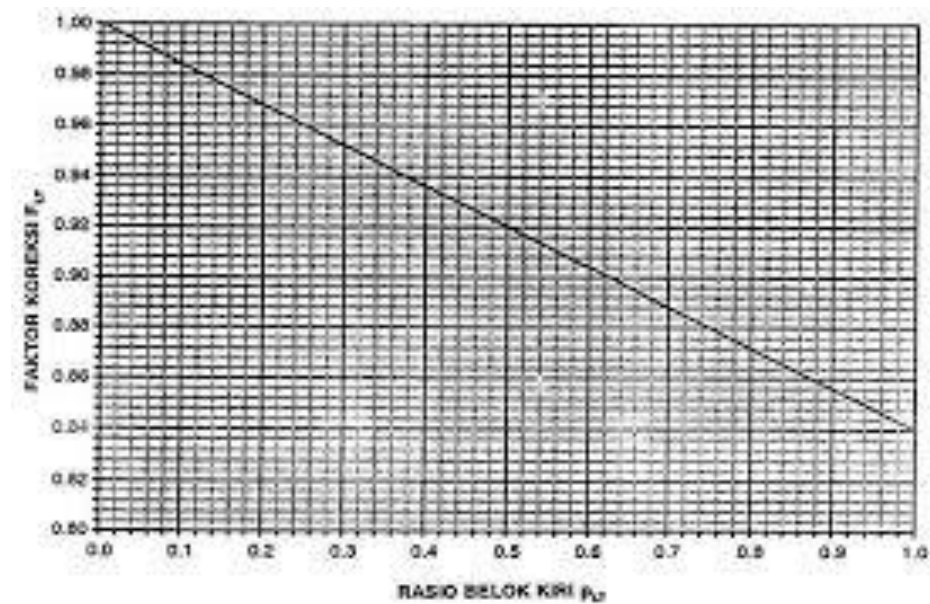
Gambar 2.2 Faktor Penyesuaian Pengaruh Parkir Untuk Simpang Bersinyal

2. Penentuan faktor koreksi untuk nilai arus jenuh dasar hanya imtuk tipe terlindung (protected).
 - a. Faktor koreksi belok kanan (FRT), ditentukan sebagai fungsi perbandingan kendaraan yang berbelok kanan (p_{RT}). Faktor ini hanya untuk tipe *approach* terlindung (protected), jalan dua lajur dan diperlihatkan pada gambar 2.3. Untuk jalan dua lajur tanpa median, kendaraan yang berbelok kanan terlindung tipe *approach* terlindung (protected), cenderung untuk melewati garis tengah sebelum garis henti ketika mengakhiri belokannya. Kasus ini akan menambahkan arus jenuh dengan perbandingan tinggi di lalu-lintas belok kanan.



Gambar 2.3 Faktor Penyesuaian Belok Kanan Untuk Simpang Bersinyal

- b. Faktor koreksi belok kiri (F_{LT}), ditentukan sebagai fungsi perbandingan belok kiri (p_{RT}). Faktor ini hanya untuk tipe *approach* tanpa LTOR (gambar 2.4)



Gambar 2.4 Faktor Penyesuaian Belok Kiri Untuk Simpang Bersinyal

Dalam *approach* yang terlindung, tanpa pelengkapan untuk LTOR, kendaraan yang berbelok kiri cenderung menurun pelan dan dapat mengurangi arus jenuh pada *approach*. Pada umumnya lebih pelan pada lalu-lintas dalam *approach* tipe terlawan (*opposite*) dan tidak ada koreksi yang dimasukkan pada perbandingan untuk belok kiri.

3. Perhitungan penilaian arus jenuh

Arus jenuh (S) dapat dinyatakan sebagai hasil perkalian dari arus jenuh dasar (S_0) dengan faktor penyesuaian untuk penyimpangan dari kondisi sebenarnya. (Direktorat Jenderal Bina Marga: 1997)

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{LT} \times F_{RT} \quad (2.6)$$

dimana:

Dimana :

S = arus jenuh (smp/waktu hijau efektif)

S_0 = arus jenuh dasar (smp/waktu hijau efektif)

F_{SF} = faktor koreksi arus jenuh akibat adanya gangguan samping

F_{CS} = faktor koreksi arus jenuh akibat ukuran Kota (jumlah penduduk)

F_G = faktor koreksi arus jenuh akibat kelandaian jalan

F_P = faktor koreksi arus jenuh akibat adanya kegiatan perparkiran

F_{LT} = faktor koreksi arus jenuh akibat adanya pergerakan belok kiri

F_{RT} = faktor koreksi arus jenuh akibat adanya pergerakan belok kanan

4. Perbandingan Arus dengan Arus Jenuh

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga 1997, rasio arus (FR) merupakan rasio arus terhadap arus jenuh. Rasio arus jenuh masing-masing pendekatan diketahui dengan persamaan berikut:

$$FR = Q/S \quad (2.7)$$

Dimana :

FR = Rasio Arus

Q = Arus lalu-lintas (smp/jam)

S = Arus jenuh (smphvaktu hijau efektif)

Rasio arus simpang sebagai jumlah rasio arus kritis dari nilai-nilai PR (tertinggi) untuk semua fase sinyal yang berurutan dalam suatu siklus. IFR dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$IFR = (FR)_{crit} \quad (2.8)$$

dimana:

$(FR)_{crit}$ = Rasio arus tertinggi

IFR = Rasio arus simpang

Rasio Fase (PR) merupakan rasio arus kritis dibagi dengan rasio arus simpang. Rasio Fase dapat dihitung dengan persamaan berikut: (Direktorat Jenderal Bina Marga: 1997, hal 2-58)

$$PR = FR_{crit} / IFR \quad (2.9)$$

Direktorat Jenderal Bina Marga (1997) menjelaskan, waktu siklus yaitu selang waktu untuk urutan perubahan sinyal yang lengkap (yaitu antara dua awal hijau yang berurutan pada fase yang sama)

$$C_{ua} = (1.5 \times LTI + 5) / (1 - IFR) \quad (2.10)$$

dimana:

C_{ua} = Waktu siklus (detik)

LTI = Jumlah waktu hilang (detik)

IFR = Rasio arus simpang

FR_{crit} = Nilai FR tertinggi

Waktu hijau yang lebih pendek dari 10 detik harus dihindari karena

berakibat munculnya pelanggaran lampu merah dan kesulitan bagi pejalan kaki dan penyebrangan jalan.

$$g_i = (c_{ua} - LTI) \times PR_i \quad (2.11)$$

dimana:

g_i = Tampilan waktu hijau pada fase I (detik)

c_{ua} = Waktu siklus (detik)

Menurut Jenderal Bina Marga (1997) waktu siklus yang disesuaikan (c) berdasarkan pada waktu hijau yang diperoleh dan dibulatkan dan waktu hilang LTI. Waktu siklus disesuaikan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$c = \sum g + LTI \quad (2.12)$$

2.3.4 Kapasitas Simpang Bersinyal

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (1997), kapasitas pendekat diperoleh dari perkalian arus jenuh dengan rasio hijau pada masing-masing pendekat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$C = S \cdot g / c \text{ (smp/jam)} \quad (2.13)$$

dimana:

C = kapasitas (smp/jam)

S = arus jenuh (smp/jam)

g = waktu hijau efektif (detik)

c = waktu siklus

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (1997), derajat kejenuhan (DS) yang harus dilakukan modifikasi adalah lebih dari sama dengan 0.85, derajat kejenuhan (DS) diperoleh berdasarkan persamaan 2.14.

$$DS = Q/C = (Q \times c) / (S \times g) \quad (2.14)$$

dimana :

DS = Derajat kejenuhan

Q = Arus lalulintas (smp/jam)

C = Kapasitas (smp/jam)

- g = waktu hijau efektif
c = waktu siklus

2.3.5 Tingkat Performansi Simpang Bersinyal

Tingkat performansi suatu simpang antara lain; panjang antrian kendaraan terhenti dan tundaan. Dalam perhitungan ini beberapa persiapan antara lain persiapan waktu yang semula diganti detik dan hitungan nilai hijau $GR = g/c$.

1. Panjang antrian (QL)

Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ_1)

Untuk $DS > 0.5$

$$NQ_1 = 0.25 \times C \times [(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + 8 \times (DS - 0.5)/C}] \quad (2.15)$$

Untuk $DS \leq 0.5$, $NQ_1 = 0$

Kemudian dihitung jumlah antrian smp yang datang selama fase merah (NQ_2) dengan formula berikut:

$$NQ_2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \quad (2.16)$$

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \quad (2.17)$$

dimana:

NQ_1 = jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

NQ_2 = jumlah smp yang datang selama fase merah

DS = derajat kejenuhan

GR = rasio hijau

c = waktu siklus (det)

C = kapasitas (smp/jam) = arus jenuh kali rasio hijau ($S \times GR$)

Q = arus lalu-lintas pada pendekat tersebut (smp/det)

Untuk menentukan NQ_{max} dapat dicari dari gambar 2.5, dengan menghubungkan nilai NQ dan probabilitas overloading PoL (%). Untuk merencanakan dan desain disarankan nilai $PoL < 5\%$ sedangkan untuk operasional disarankan $PoL 5 - 10\%$



Gambar 2.5 Perhitungan Jumlah Antrian (NQmax) Dalam smp Untuk Simpang Bersinyal

Perhitungan panjang antrian (QL) didapat dari perkalian antara NQmax dengan rata-rata area yang ditempati tiap smp (20 m²) dan dibagi lebar entry (Wentry), yang dirumuskan dibawah ini.

$$QL = \frac{NQ_{max} \times 20}{W_{entry}} \text{ (meter)} \quad (2.18)$$

2. Kendaraan terhenti

Angka henti (NS) adalah jumlah rata-rata berhenti per smp, termasuk berhenti berulang dalam antrian. Angka henti pada masing-masing pendekat dapat dihitung berdasarkan rumus berikut ini.

$$NS = 0.9 \times \frac{NQ}{Q \times c} (3600) \quad (2.19)$$

dimana:

c = waktu siklus (detik)

Q = arus lalulintas (smp/jam)

Jumlah kendaraan yang berhenti (Nsv) pada masing-masing pendekat dapat dihitung dengan rumus.

$$Nsv = Q \times NS \text{ (smp/jam)} \quad (2.20)$$

Angka henti seluruh simpang didapat dengan membagi jumlah kendaraan terhenti pada seluruh pendekat dengan arus simpang total Q dalam kend/jam.

$$NS_{TOT} = \frac{\sum N_{SV}}{Q_{TOT}} \quad (2.21)$$

3. Tundaan

Tundaan lalu lintas rata-rata tiap *approach* ditentukan dengan formula berikut.

$$DT = C \frac{0.5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times DS)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{C} \quad (2.22)$$

Dimana :

DT = Tundaan lalu lintas rata-rata (det/smp) c = waktu siklus (det)

GR = Rasio Hijau (g/c)

DS = Derajat kejenuhan

NQ₁ = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

C = Kapasitas (smp/jam)

Tundaan geometrik rata-rata masing-masing *approach* (DG) akibat perlambatan dan percepatan ketika menunggu giliran pada suatu simpang dan dihentikan oleh lampu lalu lintas dihitung berdasarkan persamaan 2.23.

$$DG_j = (1 - P_{sv}) \times PT \times 6 + (p_{sv} \times 4) \quad (2.23)$$

dimana:

DG_j = Tundaan geometri rata-rata pada pendekatj (dek/smp)

P_{sv} = Rasio kendaraan pada suatu pendekat

PT = Rasio kendaraan membelok pada suatu pendekat Tundaan geometri rata-rata LTOR diambil sebesar 6 detik.

Tundaan rata-rata (det/smp) adalah penjumlahan dari tundaan lalu-lintas rata-rata dan tundaan geometrik rata-rata.

$$D = DT + DG \quad (2.24)$$

Tundaan total DTOT(smp.det) adalah perkalian antara tundaan rata-rata dengan arus lalu-lintas (D x Q).

Tundaan rata-rata untuk seluruh simpang (DI) di dapat dengan membagi jumlah nilai tundaan dengan arus total.

$$D_I = \frac{N \sum(Q \times D)}{Q_{TOT}} (det/smp) \quad (2-25)$$

Tundaan rata-rata dapat digunakan sebagai indikator tingkat pelayanan dari masing-masing *approach*, demikian juga dari suatu simpang secara keseluruhan.

2.4 Tingkat Pelayanan Simpang

Tingkat pelayanan adalah ukuran kualitas kondisi lalu lintas yang dapat diterima oleh pengemudi kendaraan. Tingkat pelayanan umumnya digunakan sebagai ukuran dari pengaruh yang membatasi akibat peningkatan volume setiap ruas jalan. yang dapat digolongkan pada tingkat tertentu yaitu antara A sampai F. Apabila volume meningkat maka tingkat pelayanan menurun, suatu akibat dari arus lalu lintas yang lebih buruk dalam kaitannya dengan karakteristik pelayanan. Hubungan tundaan dengan tingkat pelayanan sebagai acuan penilaian simpang, seperti Tabel 2.6

Tabel 2.6 Kriteria Tingkat Pelayanan untuk Simpang Bersinyal

Tundaan per kendaraan (detik/kend)	Tingkat Pelayanan
< 5	A
5,1 – 15	B
15,1 – 25	C
21,1 – 40	D
40,1 – 60	E
>60	F

Sumber : US-HCM, 1985

Tingkat pelayanan berdasarkan KM 14 Tahun 2006 tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas di Jalan diklasifikasikan atas:

Tingkat pelayanan A dengan kondisi:

1. Arus bebas dengan volume lalu lintas rendah dan kecepatan tinggi.
2. Kepadatan lalu lintas sangat rendah dengan kecepatan yang dapat dikendalikan oleh pengemudi berdasarkan batasan kecepatan maksimum/minimum dan kondisi fisik jalan.

3. Pengemudi dapat mempertahankan kecepatan yang diinginkan tanpa atau dengan sedikit tundaan.

Tingkat pelayanan B dengan kondisi:

1. Arus stabil dengan volume lalu lintas sedang dan kecepatan mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas
2. Kepadatan lalu lintas rendah hambatan internal lalu lintas belum memengaruhi kecepatan..
3. Pengemudi masih punya cukup kebebasan untuk memilih kecepatannya dan lajur jalan yang digunakan.

Tingkat pelayanan C dengan kondisi:

1. Arus stabil tetapi kecepatan dan pergerakan kendaraan dikendalikan oleh volume lalu lintas yang lebih tinggi.
2. Kepadatan lalu lintas sedang karena hambatan internal lalu lintas meningkat.
3. Pengemudi memiliki keterbatasan untuk memilih kecepatan, pindah lajur atau mendahului.

Tingkat pelayanan D dengan kondisi:

1. Arus mendekati tidak stabil dengan volume lalu lintas tinggi dan kecepatan masih ditolerir namun sangat terpengaruh oleh perubahan kondisi arus.
2. Kepadatan lalu lintas sedang namun fluktuasi volume lalu lintas dan hambatan temporer dapat menyebabkan penurunan kecepatan yang besar.
3. Pengemudi memiliki kebebasan yang sangat terbatas dalam menjalankan kendaraan, kenyamanan rendah, tetapi kondisi ini masih dapat ditolerir untuk waktu yang singkat.

Tingkat pelayanan E dengan kondisi:

1. Arus lebih rendah daripada tingkat pelayanan D dengan volume lalu lintas mendekati kapasitas jalan dan kecepatan sangat rendah.
2. Kepadatan lalu lintas tinggi karena hambatan internal lalu lintas tinggi.
3. Pengemudi mulai merasakan kemacetan-kemacetan durasi pendek.

Tingkat pelayanan F dengan kondisi:

1. Arus tertahan dan terjadi antrian kendaraan yang panjang.
2. Kepadatan lalu lintas sangat tinggi dan volume sama dengan kapasitas jalan serta terjadi kemacetan untuk durasi yang cukup lama.
3. Dalam keadaan antrian, kecepatan maupun arus turun sampai 0.

